Aulas 24 e 25: Hidrostática

Densidade e massa específica

Densidade de um corpo

É a razão entre a massa desse corpo e o volume ocupado por ele.

$$d = \frac{m}{V_{ext}}$$

Massa específica

Considerando a pressão e a temperatura constantes, a massa específica de uma substância é a relação entre a massa dessa substância e o volume ocupado por ela.

$$\mu = \frac{m}{v}$$

Unidade do S.I. – kg / m³

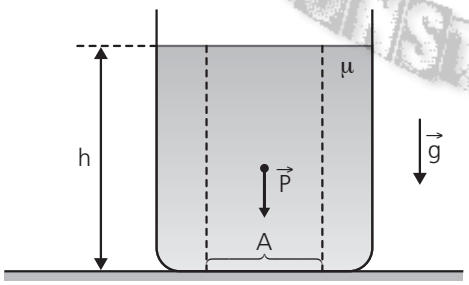
Pressão

Relação entre o módulo da força aplicada perpendicularmente em uma superfície e a área de atuação.

$$p_m = \frac{|\vec{F}_n|}{A}$$

Unidade do S.I. – N/m²

Pressão exercida por uma coluna líquida



$$\mathbf{p = \mu\, g\, h}$$

Pressão absoluta

Representa a soma da pressão atmosférica com a pressão exercida pelo líquido (hidrostática).

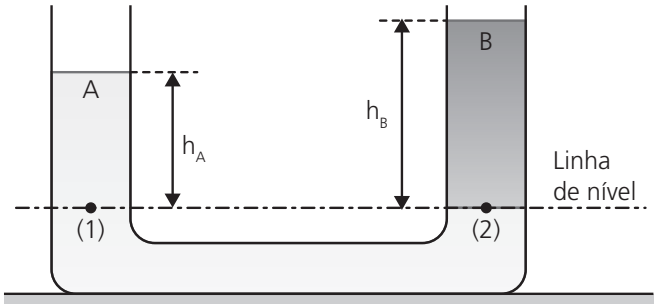
$$\mathbf{p_{abs} = \mu\, g\, h + p_0}$$

Teorema de Stevin

A diferença de pressão entre dois pontos no interior de um líquido homogêneo e em equilíbrio é o produto da densidade do líquido com a gravidade local e o desnível entre esses pontos.

$$\mathbf{p_2 - p_1 = \mu\, g\, h}$$

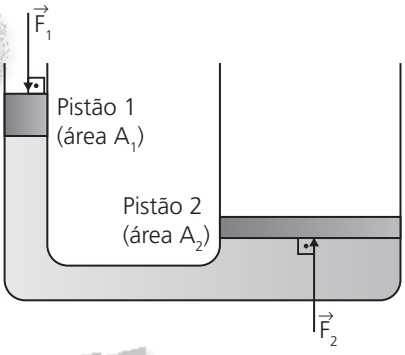
Líquidos imiscíveis em casos comunicantes



$$d_a \cdot h_a = d_b \cdot h_b$$

Teorema de Pascal

Um acréscimo de pressão no interior de um líquido incompressível e em equilíbrio é transmitido integralmente e a todos os pontos desse líquido, inclusive para as paredes do recipiente que o contém.



$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$$

Teorema de Arquimedes

Quando um corpo é imerso total ou parcialmente em um fluido em equilíbrio sob a ação da gravidade, ele recebe do fluido uma força denominada **empuxo** (ou impulsão de Arquimedes). Tal força tem sempre direção vertical, sentido de baixo para cima e intensidade igual à do peso do fluido deslocado pelo corpo.

$$E = p_{fd}$$

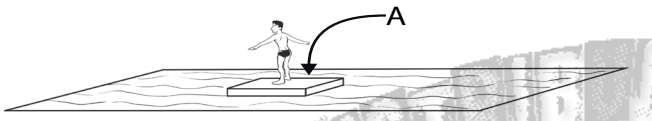
$$E = m_{fd}\, g$$

$$E = \mu_f\, V_{fd}\, g$$

Exercícios de Fixação

1. (EsPCex) Um corpo tem massa igual a 3 kg e volume de 1000 cm^3. Considerando g = 10 m/s^2, e sabendo-se que a densidade da água é igual a 1 g/cm^3, o peso aparente do corpo, em Newtons, quando totalmente imerso em água é de
   A) 10
   B) 12
   C) 18
   D) 20
   E) 30

2. (EsPCex) Uma pessoa de 80 kg pretende usar um bloco retangular homogêneo de madeira de 20 cm de espessura para flutuar numa piscina olímpica, de modo a ficar com seu corpo totalmente fora d'água. Qual a menor área A possível para esse bloco?
   Dados: Massa específica da madeira = 600 kg / m^3
   g = 10 m / s^2
   Densidade da água = 1,0 g / cm^3.



   Considere que a água da piscina está parada e há ausência de vento, de modo a não prejudicar o experimento.
   A) 0,5 m^2
   B) 1,2 m^2
   C) 1,0 m^2
   D) 0,8 m^2
   E) 0,6 m^2

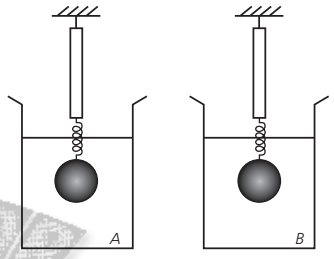
3. (EsPCex) Um recipiente cheio de água, em equilíbrio, encontra-se em uma região onde a aceleração da gravidade é de 10 m/s^2. Colocando-se na água um corpo M, sólido e maciço, de massa 0,30 kg, há um transbordamento de 0,20 kg de água devido ao volume de M. A intensidade do empuxo exercido pela água sobre M, em newtons, após esse transbordamento, é
   A) 3
   B) 0,3
   C) 2
   D) 0,2
   E) 6

4. (EsPCEx) Quando um corpo é imerso, total ou parcialmente, num fluido em equilíbrio sob ação da gravidade, ele recebe do fluido uma força denominada empuxo. Com relação ao empuxo, podemos afirmar que
   A) a sua intensidade independe da aceleração da gravidade no fluido.
   B) tem o mesmo sentido da força peso do corpo imerso.
   C) a sua intensidade é proporcional ao volume emerso do corpo.
   D) a sua direção é perpendicular à da força peso do corpo.
   E) a sua intensidade é igual a do peso do fluido deslocado pelo corpo.

5. (EsPCEx) Um estudante de Física observa o comportamento de três objetos de mesmo peso e densidades diferentes abandonados na superfície de um recipiente com água. Após a água e os objetos atingirem o equilíbrio estático, ele observa que o objeto 1 está boiando com a metade do seu volume submerso; que o objeto 2 está totalmente submerso e não toca o fundo do recipiente e que o objeto 3 submerge totalmente ficando apoiado no fundo, pressionando-o.
   Considerando a densidade da água constante em todos os pontos no interior do recipiente, pode-se afirmar que a intensidade
   A) do empuxo no objeto 1 é a metade do empuxo no objeto 2.
   B) do empuxo no objeto 2 é igual ao empuxo no objeto 3.
   C) do empuxo no objeto 1 é maior do que o empuxo no objeto 2.
   D) do empuxo no objeto 3 é menor do que o empuxo no objeto 1.
   E) dos empuxos nos três objetos são iguais.

Exercícios Propostos

1. (AFA) Uma esfera de massa **m**, pendurada na extremidade livre de um dinamômetro ideal, é imersa totalmente em um líquido A e a seguir em outro líquido B, conforme a figura a seguir.



   As leituras do dinamômetro nos líquidos A e B, na condição de equilíbrio, são, respectivamente, F_1 e F_2. Sendo **g** a aceleração da gravidade local, a razão entre as massas específicas de A e B é
   A) $\frac{mg+F_1}{mg+F_2}$
   B) $\frac{F_1-mg}{mg+F_2}$
   C) $\frac{mg+F_1}{F_2-mg}$
   D) $\frac{mg-F_1}{mg-F_2}$

2. Uma esfera homogênea, rígida, de densidade μ_1 e de volume V se encontra apoiada e em equilíbrio na superfície inferior de um recipiente, como mostra a figura 1. Nesta situação a superfície inferior exerce uma força N_1 sobre a esfera.

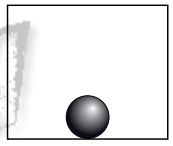


Figura 1

   A partir dessa condição, o recipiente vai sendo preenchido lentamente por um líquido de densidade μ, de tal forma que esse líquido esteja sempre em equilíbrio hidrostático. Em um determinado momento, a situação de equilíbrio do sistema, no qual a esfera apresenta metade de seu volume submerso, é mostrada, a seguir, na figura 2.

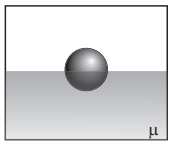


Figura 2

   Quando o recipiente é totalmente preenchido pelo líquido, o sistema líquido-esfera se encontra em uma nova condição de equilíbrio com a esfera apoiada na superfície superior do recipiente (figura 3), que exerce uma força de reação normal N_2 sobre a esfera.

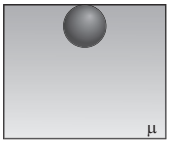


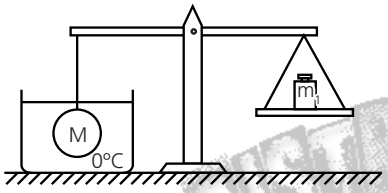
Figura 3

Nessas condições, a razão $\frac{N_2}{N_1}$ é dada por

A) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{3}{2}$

B) 1 D) 2

3. (AFA) Um corpo homogêneo e maciço de massa M e coeficiente de dilatação volumétrica constante γ é imerso inicialmente em um líquido também homogêneo à temperatura de 0 °C, e é equilibrado por uma massa M_1 através de uma balança hidrostática, como mostra a figura a seguir.



Levando o sistema formado pelo corpo imerso e o líquido até uma nova temperatura de equilíbrio térmico **x**, a nova condição de equilíbrio da balança hidrostática é atingida com uma massa igual a m_2, na ausência de quaisquer resistências.

Nessas condições, o coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido pode ser determinado por

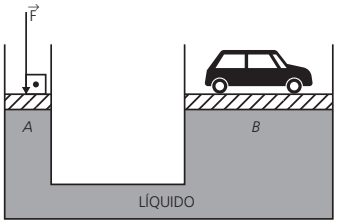
A) $\left(\frac{m_2-m_1}{M-m_2}\right)\frac{1}{x}+\left(\frac{M-m_1}{M-m_2}\right)\gamma$

B) $\left(\frac{m_1-m_2}{M-m_1}\right)\frac{1}{x}+\left(\frac{m-m_2}{M-m_1}\right)\gamma$

C) $\left(\frac{M-m_1}{M-m_2}\right)\frac{1}{x}+\left(\frac{m_2-m_1}{M-m_2}\right)\gamma$

D) $\left(\frac{M-m_2}{M-m_1}\right)\frac{1}{x}+\left(\frac{m_1-m_2}{M-m_1}\right)\gamma$

4. (AFA) A figura a seguir representa um macaco hidráulico constituído de dois pistões A e B de raios R_A = 60 cm e R_B = 240 cm, respectivamente. Esse dispositivo será utilizado para elevar a uma altura de 2 m, em relação à posição inicial, um veículo de massa igual a 1 tonelada devido à aplicação de uma força $\vec{F}$. Despreze as massas dos pistões, todos os atritos e considere que o líquido seja incompressível.

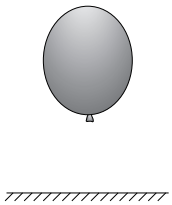


Nessas condições, o fator de multiplicação de força deste macaco hidráulico e o trabalho, em joules, realizado pela força $\vec{F}$, aplicada sobre o pistão de menor área, ao levantar o veículo bem lentamente e com velocidade constante, são, respectivamente,

A) 4 e $2{,}0 \cdot 10^4$ C) 16 e $2{,}0 \cdot 10^4$

B) 4 e $5{,}0 \cdot 10^3$ D) 16 e $1{,}25 \cdot 10^3$

5. (AFA) Um balão, cheio de um certo gás, que tem volume de 2,0 m^3, é mantido em repouso a uma determinada altura de uma superfície horizontal, conforme a figura a seguir.



Sabendo-se que a massa total do balão (incluindo o gás) é de 1,6 kg, considerando o ar como uma camada uniforme de densidade igual a 1,3 kg/m^3, pode-se afirmar que ao liberar o balão, ele

A) ficará em repouso na posição onde está.
B) subirá com uma aceleração de 6,25 m/s^2.
C) subirá com velocidade constante.
D) descerá com aceleração de 6,25 m/s^2.

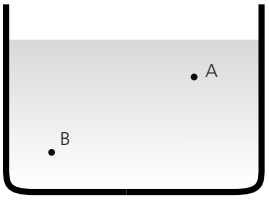
6. Em pressão e temperatura constantes, a massa específica de uma substância pura

A) é diretamente proporcional à massa considerada.
B) é inversamente proporcional ao volume considerado.
C) é constante somente para pequenas porções da substância.
D) é calculada por meio do quociente da massa considerada pelo respectivo volume.
E) pode ser medida em kgf/m^3.

7. Com uma faca bem afiada, um açougueiro consegue tirar bifes de uma peça de carne com relativa facilidade. Com essa mesma faca "cega" e com o mesmo esforço, entretanto, a tarefa fica mais difícil. A melhor explicação para o fato é que

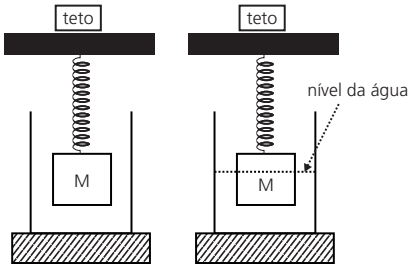
A) a faca afiada exerce sobre a carne uma pressão menor que a exercida pela faca "cega".
B) a faca afiada exerce sobre a carne uma pressão maior que a exercida pela faca "cega".
C) o coeficiente de atrito cinético entre a faca afiada e a carne é menor que o coeficiente de atrito cinético entre a faca "cega" e a carne.
D) a área de contato entre a faca afiada e a carne é maior que a área de contato entre a faca "cega" e a carne.
E) Nenhuma das anteriores explica satisfatoriamente o fato.

8. A figura mostra um recipiente contendo álcool (densidade relativa = 0,8) e dois pontos, A e B, cuja diferença de cotas é igual a 17 cm. Adotar g = 9,8 m/s^2 e densidade relativa do mercúrio igual a 13,6. Sendo a pressão do ponto B igual a 780 mmHg, podemos dizer que a pressão do ponto A é



A) 760 mmHg D) 775 mmHg
B) 765 mmHg E) 790 mmHg
C) 770 mmHg

9. (EsPCEx-Aman) No interior de um recipiente vazio, é colocado um cubo de material homogêneo de aresta igual a 0,40 m e massa M = 40 kg. O cubo está preso a uma mola ideal, de massa desprezível, fixada no teto de modo que ele fique suspenso no interior do recipiente, conforme representado no desenho a seguir. A mola está presa ao cubo no centro de uma de suas faces e o peso do cubo provoca uma deformação de 5 cm na mola. Em seguida, coloca-se água no recipiente até que o cubo fique em equilíbrio com metade de seu volume submerso. Sabendo que a densidade da água é de 1000 kg/m^3, a deformação da mola nesta nova situação é de
Dado: intensidade da aceleração da gravidade g = 10 m/s^2



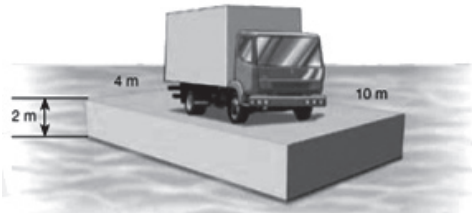
desenho ilustrativo fora de escala

A) 3,0 cm
B) 2,5 cm
C) 2,0 cm
D) 1,5 cm
E) 1,0 cm

10. (Uerj) Considere um corpo sólido de volume V. Ao flutuar em água, o volume de sua parte submersa é igual a $\frac{V}{8}$; quando colocado em óleo, esse volume passa a valer $\frac{V}{6}$.

Com base nessas informações, conclui-se que a razão entre a densidade do óleo e a da água corresponde a
A) 0,15
B) 0,35
C) 0,55
D) 0,75

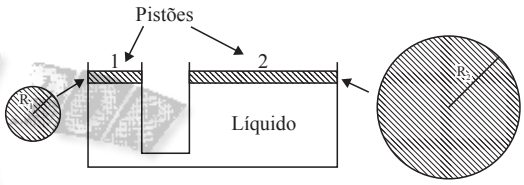
11. Um bloco, com as dimensões indicadas na figura e material de densidade 0,2 g/cm^3, flutua em água pura, servindo como ponte. Quando um caminhão passa sobre ele, o volume da parte submersa é 25% do volume do bloco. Desse modo, determine a massa do caminhão.



12. (EsPCEx) Quando um corpo é imerso, total ou parcialmente, em um fluido em equilíbrio sob ação da gravidade, ele recebe do fluido uma força denominada empuxo. Com relação ao empuxo, podemos afirmar que
A) a sua intensidade independe da aceleração da gravidade no fluido.
B) tem o mesmo sentido da força do corpo imerso.
C) a sua intensidade é proporcional ao volume emerso do corpo.
D) a sua direção é perpendicular à da força peso do corpo.
E) a sua intensidade é igual à do peso do fluido deslocado pelo corpo.

13. (EsPCEx) Um estudante de Física observa o comportamento de três objetos de mesmo peso e densidades diferentes abandonados na superfície de um recipiente com água. Após a água e os objetos atingirem o equilíbrio estático, ele observa que o objeto 1 está boiando com a metade do seu volume submerso; que o objeto 2 está totalmente submerso e não toca o fundo do recipiente e que o objeto 3 submerge totalmente ficando apoiado no fundo, pressionando-o. Considerando a densidade da água constante em todos os pontos no interior do recipiente, pode-se afirmar que a intensidade
A) do empuxo no objeto 1 é a metade do empuxo no objeto 2.
B) do empuxo no objeto 2 é igual ao empuxo no objeto 3.
C) do empuxo no objeto 1 é maior do que o empuxo no objeto 2.
D) do empuxo no objeto 3 é menor do que o empuxo no objeto 1.
E) dos empuxos nos três objetos são iguais.

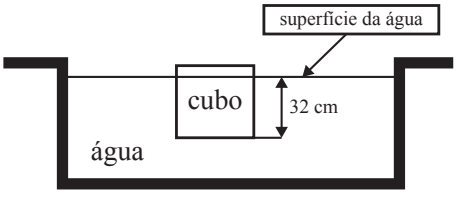
14. (EsPCEx) A figura a seguir representa um elevador hidráulico. Esse elevador possui dois pistões circulares 1 e 2, de massas desprezíveis, sendo o menor com raio R_1 e o maior com raio $R_2 = 5\ R_1$. O líquido que movimenta os pistões é homogêneo e incompressível.



Colocamos um corpo de massa M sobre o pistão maior e, para que o conjunto fique em equilíbrio estático, será necessário colocar sobre o pistão menor um outro corpo cuja massa vale
A) M/5
B) M/25
C) M
D) 5 M
E) 25 M

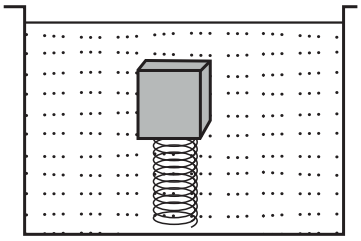
15. (EsPCEx) Um bloco maciço flutua, em equilíbrio, dentro de um recipiente com água. Observa-se que 2/5 do volume total do bloco estão dentro do líquido. Desprezando a pressão atmosférica e considerando a densidade da água igual a 1,0 × 10^3 kg/m^3, pode-se afirmar que a densidade do bloco vale:
A) 1,2 × 10^2 kg/m^3
B) 1,6 × 10^2 kg/m^3
C) 2,4 × 10^2 kg/m^3
D) 3,0 × 10^2 kg/m^3
E) 4,0 × 10^2 kg/m^3

16. (EsPCEx) Um cubo maciço e homogêneo, com 40 cm de aresta, está em equilíbrio estático flutuando em uma piscina, com parte de seu volume submerso, conforme o desenho a seguir. Sabendo-se que a densidade da água é igual a 1 g/cm^3 e a distância entre o fundo do cubo (face totalmente submersa) e a superfície da água é de 32 cm, então a densidade do cubo é:



A) 0,20 g/cm^3
B) 0,40 g/cm^3
C) 0,60 g/cm^3
D) 0,70 g/cm^3
E) 0,80 g/cm^3

17. (EFOMM) Observe a figura a seguir.

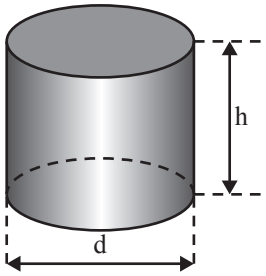


A figura anterior mostra um bloco de madeira preso a uma mola que tem sua outra extremidade presa ao fundo de um tanque cheio d'água. Estando o sistema em equilíbrio estático, verifica-se que a força que a mola faz sobre o fundo do tanque é de 2,0 N, vertical para cima. Considere que a massa e o volume da mola são desprezíveis. Agora, suponha que toda água seja retirada lentamente do tanque, e que ao final, o bloco permaneça em repouso sobre a mola. Com base nos dados apresentados, qual o módulo e o sentido da força vertical que a mola fará sobre o fundo do tanque?
Dados: $\rho_{água} = 1,0 \times 10^3$ kg/m³; $\rho_{madeira} = 0,8 \times 10^3$ kg/m³; g = 10 m/s².

A) 12N, para cima.
B) 10N, para baixo.
C) 10N, para cima.
D) 8N, para baixo.
E) 8N, para cima.

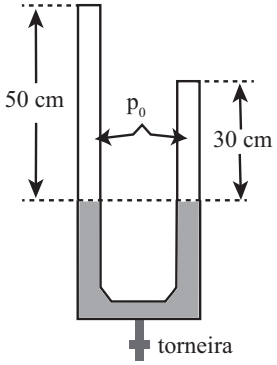
18. (EFOMM) Uma pessoa de massa corporal igual a 75,0 kg flutua completamente submersa em um lago de densidade absoluta $1,50 \times 10^3$ kg/m³. Ao sair do lago, essa mesma pessoa estará imersa em ar na temperatura de 20 °C, à pressão atmosférica (1 atm), e sofrerá uma força de empuxo, em newtons, de
Dado: densidade do ar (1 atm, 20 °C) = 1,20 kg/m³.
A) 1,50
B) 1,20
C) 1,00
D) 0,80
E) 0,60

19. (Fiube-MG) Um objeto maciço e homogêneo tem forma cilíndrica, como mostra a figura. O diâmetro de sua secção reta **d** vale 7 cm. Sua altura **h** mede 18 cm e sua massa é de 2.222,5 g. Considerando $\pi = 3,14$, qual é, aproximadamente, em gramas por centímetro cúbico, a densidade do material de que é constituído esse objeto?



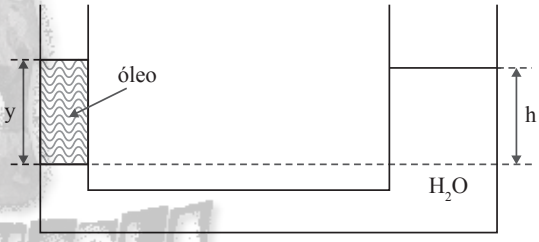
A) 0,80
B) 1,61
C) 3,21
D) 5,62
E) 11,24

20. (AFA-SP) Um manômetro de mercúrio selado tem dois ramos desiguais, que contêm um gás à mesma pressão p_0, como mostra a figura. O diâmetro e a temperatura interna em cada ramo do manômetro são iguais. Através de uma torneira existente no fundo do manômetro, deixa-se entrar lentamente um certo volume adicional de mercúrio no interior desse manômetro. Observa-se, então, que o nível de mercúrio sobe 6 cm no ramo da esquerda e 4 cm no da direita e a temperatura do gás permanece constante.



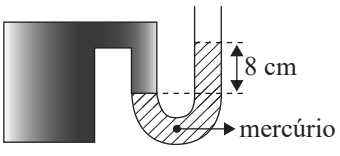
Nessas condições, pode-se afirmar que, após a entrada do mercúrio adicional, a pressão do gás
A) em cada ramo do manômetro, não se altera.
B) aumenta igualmente nos dois ramos.
C) mantém-se constante no primeiro ramo, mas aumenta no segundo.
D) aumenta nos dois ramos, sendo que no segundo ela aumenta mais do que no primeiro.

21. (Unifei-SP) No tubo em U a seguir, existe óleo de densidade 800 kg/m³ e água. A altura das coluna de óleo é **y**. Se o sistema estiver em equilíbrio a altura da coluna de água **h** será:
Dado: $d_{água}$ = 1000 kg/m³)



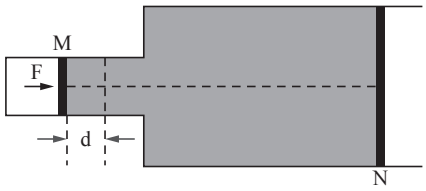
A) h = 0,2 y
B) h = 1,2 y
C) h = 1,6 y
D) h = 0,8 y
E) h = y

22. (Acafe-SC) A figura a seguir mostra um frasco, contendo ar, conectado a um monômetro de mercúrio em tubo *U*. Considerando o sistema em equilíbrio, o desnível indicado é de 8 cm e a pressão atmosférica é 69 cmHg. A pressão do ar dentro do frasco, em cmHg, é:



A) 61
B) 69
C) 76
D) 77
E) 85

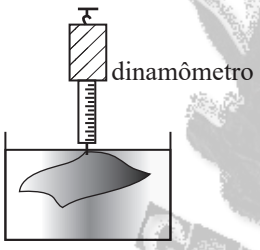
23. A figura representa um recipiente constituído pela junção de dois tubos cilíndricos coaxiais, contendo um líquido incompressível, aprisionado pelos êmbolos M e N, de raios respectivamente iguais a R e 4R.



Empurrando-se o êmbolo M para a direita com uma força de intensidade F, obtém-se, nesse êmbolo, um deslocamento **d**. Nessas condições, desprezando-se os atritos, pode-se afirmar:

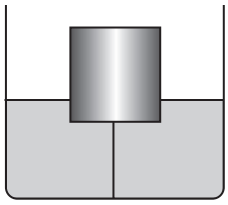
A) o deslocamento do êmbolo N é igual a 16d.
B) o volume do líquido deslocado pelo êmbolo N é igual a Rd.
C) os trabalhos realizados sobre os dois êmbolos têm valores iguais a Fd.
D) a intensidade da força com que o líquido empurra o êmbolo N é igual a 4F.
E) as forças aplicadas nos êmbolos M e N têm intensidades diretamente proporcionais aos quadrados de suas respectivas áreas.

24. (AFA-SP) Um estudante, para determinar a densidade de uma liga desconhecida, pesou a mesma encontrando 24 N. A seguir, com o auxílio da montagem da figura, observou que a indicação do dinamômetro era 19 N.
Considerando a densidade da água igual a 1,0 g/cm^3, a densidade da liga é, em g/cm^3:



A) 1,20
B) 4,80
C) 2,40
D) 3,60

25. (Unifesp-SP) A figura representa um cilindro flutuando na superfície da água, preso ao fundo do recipiente por um fio tenso e inextensível. Acrescenta-se aos poucos mais água ao recipiente, de forma que o seu nível suba gradativamente. Sendo *E* o empuxo exercido pela água sobre o cilindro, T a tração exercida pelo fio sobre o cilindro, P o peso do cilindro e admitindo-se que o fio não se rompe, pode-se afirmar que, até que o cilindro fique completamente imerso:



A) o módulo de todas as forças que atuam sobre ele aumenta.
B) só o módulo do empuxo aumenta, o módulo das demais forças permanece constante.
C) os módulos do empuxo e da tração aumentam,mas a diferença entre eles permanece constante.
D) os módulos do empuxo e da tração aumentam, mas a soma deles permanece constante.
E) só o módulo do peso permanece constante; os módulos do empuxo e da tração diminuem.

Gabaritos

Aulas 24 e 25: Hidrostática				
1	**2**	**3**	**4**	**5**
D	C	C	E	D

Aulas 24 e 25: Hidrostática				
1	**2**	**3**	**4**	**5**
D	B	A	C	B
6	**7**	**8**	**9**	**10**
D	B	C	E	D
11	**12**	**13**	**14**	**15**
*	E	D	B	E
16	**17**	**18**	**19**	**20**
E	D	E	C	D
21	**22**	**23**	**24**	**25**
D	D	C	B	C

* 4000 kg

Resoluções

AULAS 24 E 25

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01.

i) Quando um objeto é posto dentro de um fluido, uma força chamada empuxo, que possui direção na vertical e sentido para cima, começa atuar no objeto. Perceba que, como o empuxo está contrário a força peso, ele irá diminuir a intensidade dela e, por essa razão, o objeto irá aparentar ser mais leve dentro do fluido. Logo, é possível concluir que o peso aparente de um objeto é o que ele aparenta pesar por causa da ação do empuxo sobre ele, ou seja, o peso aparente de um objeto é a intensidade do peso real dele menos a intensidade do empuxo que atua nele.

ii) Convertendo os dados do enunciado para o SI(Sistema Internacional de Unidades):

- $1\,cm = 10^{-2}m \rightarrow 1\,cm^3 = 10^{-6}\,m^3 \rightarrow$
  $\rightarrow 1000\,cm^3 = 1000 \cdot 10^{-6}m^3 \rightarrow \boxed{1000\,cm^3 = 10^{-3}m^3}$

- $1\,g = 10^{-3}\,kg \rightarrow \frac{1\,g}{cm^3} = \frac{10^{-3}kg}{10^{-6}m^3} \rightarrow \boxed{\frac{1\,g}{cm^3} = 10^3\,\frac{kg}{m^3}}$
  Densidade da água (μFluido)

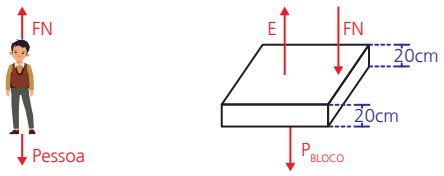
iii) Baseado nos passos i) e ii), temos:

$Pap = P - E \rightarrow Pap = mg - \mu Fluido \cdot g \cdot V \rightarrow$
$Pap = 3 \cdot 10 - 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \rightarrow Pap = 3 - 10$
$\rightarrow \boxed{Pap = 20N}$ Peso aparente do corpo, em Newtons, quando totalmente imerso na água

Resposta: D

02.

i) Desenhando as forças que atuam na pessoa e no bloco de madeira, temos:



ii) A menor área possível para o bloco é aquela em que apenas ele ficará submerso pela água sofrendo a ação do empuxo enquanto a pessoa fica com o corpo dela totalmente fora da água.

iii) Convertendo os dados do enunciado para o SI (Sistema Internacional de Unidades):

- $1\,cm = 10^{-2}m \rightarrow 20\,cm = 20 \cdot 10^{-2}m \rightarrow \boxed{20\,cm = 0{,}2\,m}$
  Espessura do bloco de madeira

- $1\,cm = 10^{-2}m \rightarrow 1\,cm^3 = 10^{-6}m^3 \rightarrow \frac{1\,g}{cm^3} = \frac{10^{-3}kg}{10^{-6}m^3} \rightarrow$
  $\rightarrow \boxed{\frac{1\,g}{cm^3} = \frac{10^3\,kg}{m^3}}$
  Densidade da água (μFluido)

- $1\,g = 10^{-3}kg$

iv) Perceba que o bloco e a pessoa estão em equilíbrio. Logo, baseado nisso, temos:

- Pessoa : $Ppessoa = FN \rightarrow mpessoa \cdot g = FN \rightarrow$
  $FN = 80 \cdot 10 \rightarrow \boxed{FN = 800N}$

O corpo está totalmente submerso na água

- Bloco : $E = FN + PBloco \rightarrow$
  $\mu Fluido \cdot g \cdot VBloco = 800 + mBloco \cdot g \rightarrow \boxed{\mu Bloco = \frac{mBloco}{VBloco}}$

$\rightarrow mBloco = \mu Bloco \cdot VBloco \rightarrow \mu Fluido \cdot g \cdot VBloco = 800 + \mu Bloco \cdot VBloco \cdot g$

$\rightarrow VBloco = área \times espessura = A \cdot 0{,}2 \rightarrow$
$\mu Fluido \cdot g \cdot A \cdot 0{,}2 = 800 + \mu Bloco \cdot g \cdot A \cdot 0{,}2$

$\rightarrow 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}2 \cdot A = 800 + 600 \cdot 10 \cdot 0{,}2 \cdot A \rightarrow 2000\,A =$
$800 + 1200\,A \rightarrow 800\,A = 800 \rightarrow \boxed{A = 1\,m^3}$

Resposta: C

03.

i) Observe que, ao ser transbordada do recipiente, a massa de água que saiu deixará um espaço vazio no recipiente e que esse espaço será totalmente preenchido pelo corpo M. Portanto, é possível concluir que $\boxed{Vcorpo = Vágua}$, aonde

Vcorpo é o volume do corpo e Vágua é o volume de água que foi transbordada.

ii) Utilizando a massa específica de um corpo, temos que $\mu = \frac{m}{v}$, ou seja, $\boxed{V = \frac{m}{\mu}}$

iii) Baseado nos passos i) e ii), temos:

$Vcorpo = Vágua \rightarrow \frac{mcorpo}{\mu corpo} = \frac{mágua}{\mu água} \rightarrow$

$\frac{0{,}30\,kg}{\mu corpo} = \frac{0{,}20\,kg}{\mu água} \rightarrow \boxed{\mu corpo = 1{,}5\,\mu água}$

iv) Analisando o peso do corpo M, temos que:

$P_{corpo} = m_{corpo} \cdot g = 0{,}3 \cdot 10 \rightarrow \boxed{m_{corpo} \cdot g = 3}$

$\mu_{corpo} = \frac{m_{corpo}}{v_{corpo}} \rightarrow \boxed{m_{corpo} = \mu_{corpo} \cdot V_{corpo}}$

$\rightarrow \boxed{\mu_{corpo} \cdot g \cdot V_{corpo} = 3} \rightarrow \mu_{corpo} = 1{,}5\ \mu_{água}$

$\rightarrow (1{,}5\ \mu_{água}) \cdot g \cdot V_{corpo} = 3$

$\rightarrow \boxed{\mu_{água} \cdot g \cdot V_{corpo} = 2}$

v) Analisando o empuxo que a água exerce no corpo M:

O corpo está totalmente submerso na água

$Empuxo = \mu_{água} \cdot g \cdot V_{corpo} \rightarrow \mu_{água} \cdot g \cdot V_{corpo} = 2 \rightarrow$

$\rightarrow Empuxo = 2\ N$

Resposta: C

04.

a) **Falso**. A intensidade do empuxo é obtida por meio da expressão Empuxo = μ · v · g, aonde μ é a massa específica do fluido, V é o volume de fluido deslocado e **g** é a gravidade. Portanto, é possível concluir que a intensidade do empuxo DEPENDE da aceleração da gravidade no fluido.

b) **Falso**. De acordo com o Teorema de Arquimedes, o empuxo tem sempre direção vertical e sentido de BAIXO para CIMA, enquanto que o peso tem sempre direção vertical e sentido de CIMA para BAIXO. Portanto, é possível concluir que o empuxo tem sentido CONTRÁRIO a força peso do corpo imerso.

c) **Falso**. EMERSO significa que NÃO ESTÁ mergulhado e o empuxo atua na parte do corpo que ESTÁ mergulhado, ou seja, a intensidade do empuxo é proporcional ao volume IMERSO do corpo.

d) **Falso**. O peso tem sempre direção vertical, logo, para o empuxo ter direção perpendicular à da força peso, é necessário que ele tenha direção horizontal e isso é impossível, pois, de acordo com o Teorema de Arquimedes, o empuxo tem SEMPRE direção vertical.

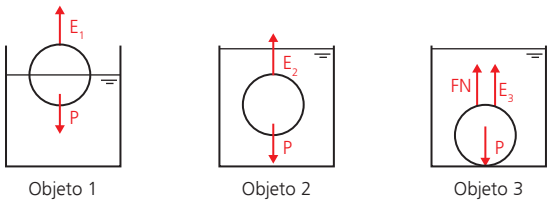
e) **Verdadeiro**. A intensidade do empuxo é obtida por meio da expressão Empuxo = μ · v · g, aonde **μ** é a massa específica do fluido, **V** é o volume do fluido deslocado e **g** é a gravidade.

perceba que $\mu = \frac{m}{V}$, ou seja, μ · v = m, aonde **m** é a massa do fluido deslocado. Portanto, é possível concluir que o Empuxo = μ · v · g = mg, ou seja, a intensidade do empuxo é igual a do peso do fluido deslocado pelo corpo.

Resposta: E

05.

i) De acordo com o enunciado, temos as seguintes situações:



Objeto 1 Objeto 2 Objeto 3

ii) E_1, E_2 e E_3 são as intensidades dos empuxos que os objetos 1, 2 e 3 sentem. P é a intensidade do peso de cada objeto. FN é a intensidade da força normal entre o objeto 3 e o recipiente.

iii) Os três objetos estão em equilíbrio estático, logo temos que:

- Objeto 1: $\boxed{E_1 = P}$
- Objeto 2: $\boxed{E_2 = P}$
- Objeto 3: $FN + E_3 = P \rightarrow \boxed{E_3 = P - FN}$

iv) Perceba que P – FN < P, logo é possível concluir que $\boxed{E_1 = E_2 > E_3}$

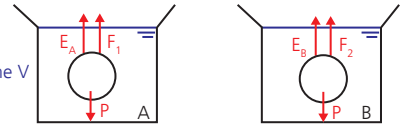
Resposta: D

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01.

i) Desenhando as forças que atuam na esfera de massa **m** nas duas situações, temos que:

*A esfera possui volume V



ii) Perceba que, nas duas situações, a esfera de massa **m** está em equilíbrio estático, logo temos que:

- Líquido A: $E_A + F_1 = P \rightarrow$

$$\rightarrow \begin{cases} E_A = \mu_A \cdot V \cdot g \rightarrow \mu_A \cdot V \cdot g + F1 = mg \rightarrow \boxed{\mu_A \cdot V \cdot g = mg - F1}\ (1) \\ P = mg \end{cases}$$

- Líquido B: $E_B + F_2 = P \rightarrow$

$$\rightarrow \begin{cases} E_B = \mu_B \cdot V \cdot g \rightarrow \mu_B \cdot V \cdot g + F2 = mg \rightarrow \boxed{\mu_B \cdot V \cdot g = mg - F2}\ (2) \\ P = mg \end{cases}$$

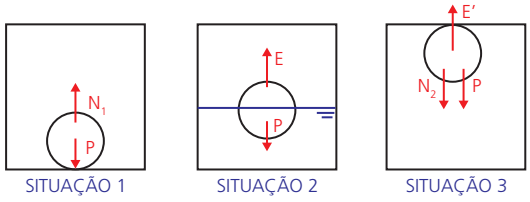
iii) Dividindo a expressão (1) pela expressão (2), temos que:

$$\frac{\mu_A \cdot \cancel{V} \cdot \cancel{g}}{\mu_B \cdot \cancel{V} \cdot \cancel{g}} = \frac{mg - F1}{mg - F2} \rightarrow \boxed{\frac{\mu_A}{\mu_B} = \frac{mg - F1}{mg - F2}}$$

Resposta: D

02.

i) Utilizando as informações que foram fornecidas pelo enunciado e desenhando as forças que atuam na esfera em cada situação que foi mostrada pelo enunciado, temos:



SITUAÇÃO 1 SITUAÇÃO 2 SITUAÇÃO 3

ii) Seja μ1 a densidade da esfera, temos que:

$\mu 1 = \frac{m}{V} \rightarrow \boxed{m = \mu 1 \cdot V}$ massa da esfera

iii) Em cada situação a esfera está em equilíbrio estático, logo temos que:

- Situação 1: $N1 = P \rightarrow N1 = mg \rightarrow \boxed{N1 = \mu 1 \cdot Vg}$ (1)

- Situação 2: $E = P \rightarrow$

$$\mu \cdot \left(\frac{V}{2}\right) \cdot g = mg \rightarrow \mu \cdot \left(\frac{\cancel{V}}{2}\right) \cdot \cancel{g} = \mu 1 \cancel{V}\cancel{g} \rightarrow$$

Apenas METADE da esfera está submersa no líquido

$$\frac{\mu}{2} = \mu 1 \rightarrow \boxed{\mu = 2\mu 1} \quad (2)$$

- Situação 3: $E' = N2 + P \rightarrow$

$\rightarrow \mu \cdot V \cdot g = N2 + mg \rightarrow \boxed{\mu V g = N2 + \mu 1 V g}$ (3)

A esfera está TOTALMENTE submersa no líquido

iv) Substituindo as expressões (1) e (2) na expressão (3), temos:

$$\mu Vg = N2 + \mu 1 Vg \xrightarrow{(1)} 2\mu 1 Vg = N2 + \mu 1 Vg \rightarrow$$

$$\mu 1 Vg = N2 \xrightarrow{(1)} N1 = N2 \rightarrow \boxed{\frac{N2}{N1} = 1}$$

Resposta: B

03.

i) Será visto nesse curso de física que, quando um corpo ou uma substância sofre uma alteração no volume deles por causa de uma variação de temperatura (dilatação volumétrica), o novo volume deles pode ser obtido por meio da expressão:

$$V = V_0(1 + \gamma \Delta\theta)\begin{cases} V: \text{Volume final do corpo após a dilatação} \\ V_0: \text{Volume inicial do corpo antes da dilatação} \\ \gamma: \text{Coeficiente de dilatação volumétrica do corpo} \\ \Delta\theta: \text{Variação de temperatura} \end{cases}$$

ii) Observe que, quando a água dilatar, a massa dela permanecerá constante, pois a água não irá transbordar do recipiente, e o volume dela será dilatado. Baseado nisso, podemos calcular a massa específica da água após a dilatação em função da massa específica da água antes da dilatação.

- Massa específica da água ANTES da dilatação:

$$\boxed{\mu_0 = \frac{m}{V_0 \text{água}}}$$

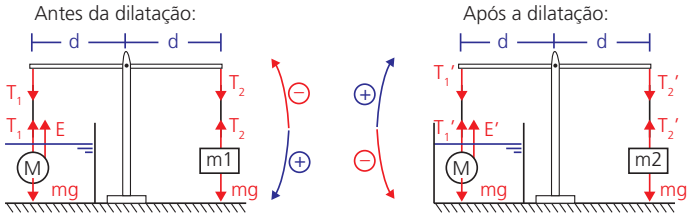
- Massa específica da água APÓS a dilatação:

$$\mu = \frac{m}{V\text{água}} \rightarrow V\text{água} = V_0\text{água}(1 + \gamma\text{água} \cdot \Delta\theta) \rightarrow$$

$$\rightarrow \mu = \frac{\overset{=\mu_0}{\overbrace{m}}}{V_0\,\text{água}(1 + \gamma\text{água} \cdot \Delta\theta)} \rightarrow \boxed{\mu = \frac{\mu m}{1 + \gamma\text{água} \cdot \Delta\theta}}$$

iii) Perceba que o corpo de massa M também sofrerá uma dilatação no volume por causa da variação de temperatura. Portanto, sendo V_0 o volume do corpo de massa M antes da dilatação, o volume V do corpo de massa M após a dilatação é $\boxed{V = V_0(1 + \gamma\Delta\theta)}$

iv) Analisando o equilíbrio da balança antes e após a dilatação, temos:



v) Perceba que, nas duas situações apresentadas no passo iv), o sistema está em equilíbrio translacional (Força resultante = 0) e equilíbrio rotacional (Toque resultante = 0). Portanto, baseado nisso e utilizando os sentidos adotados como positivo e negativo no passo iv) para a rotação do balanço, temos que:

- Antes da dilatação (Equilíbrio Translacional):

$$\begin{cases} T1 + E = Mg \\ T2 = m1g \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \boxed{T1 = Mg - E} \\ \boxed{T2 = m1\,g} \end{cases}$$

- Antes da dilatação (Equilíbrio Rotacional):

$\tau = -T1 \cdot d + T2 \cdot d \rightarrow \tau = 0 \rightarrow 0 = -T1 \cdot d + T2 \cdot d$

$\rightarrow T1 \cdot \cancel{d} = T2 \cdot \cancel{d} \rightarrow T1 = T2 \rightarrow Mg - E = M1g \rightarrow$

$\rightarrow E = \mu_0 V_0 g \rightarrow \boxed{Mg - \mu_0 V_0 g = M1g}$ (1)

- Após a dilatação (Equilíbrio Translacional):

$$\begin{cases} T1' + E' = Mg \\ T2' = m2g \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \boxed{T1' = Mg - E'} \\ \boxed{T2' = m2g} \end{cases}$$

- Após a dilatação (Equilíbrio Rotacional):

$$\tau' = -T1' \cdot d + T2' \cdot d \rightarrow \tau' = 0 \rightarrow 0 = -T1' \cdot d + T2' \cdot d$$

$$\rightarrow T1' \cdot \cancel{d} + T2' \cdot \cancel{d} \rightarrow T1' = T2' \rightarrow mg - E' = m2g \rightarrow$$

$$\rightarrow E' = \mu V g \rightarrow \boxed{Mg - \mu V g = m2g} \ (2)$$

vi) Substituindo as informações dos passos ii) e iii) na expressão (2), temos:

$$M\cancel{g} - \mu V\cancel{g} = m2\cancel{g} \rightarrow M - \mu V = m2 \rightarrow$$

$$\rightarrow M - \left(\frac{\mu_0}{1+\gamma\,\text{água}\cdot\Delta\theta}\right)\cdot V_0\,(1+\gamma\cdot\Delta\theta) = m2$$

$$\rightarrow \Delta\theta = x - 0 \rightarrow \Delta\theta = x \rightarrow$$

$$\rightarrow M - \left(\frac{\mu_0}{1+\gamma\,\text{água}\cdot x}\right)\cdot V_0\,(1+\gamma x) = m2$$

$$\rightarrow M - m2 = \mu_0 V_0\left(\frac{1+\gamma x}{1+\gamma\,\text{água}\cdot x}\right) \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\mu_0 V_0 = (M-m2)\left(\frac{1+\gamma\,\text{água}\cdot x}{1+\gamma x}\right)} \ (3)$$

vii) Substituindo a expressão (3) na expressão (1):

$$M\cancel{g} - \mu_0 V_0\cancel{g} = m1\cancel{g} \rightarrow M - \mu_0 V_0 = m1$$

$$\rightarrow \mu_0 V_0 = M - m1 \rightarrow (M-m2)\cdot\left(\frac{1+\gamma\,\text{água}\cdot x}{1+\gamma x}\right) = M - m1$$

$$\rightarrow (M-m2)(1+\gamma\,\text{água}\cdot x) = (M-m1)(1+\gamma x) \rightarrow$$

$$\rightarrow \cancel{M} - m2 + (M-m2)\gamma\,\text{água}\,x = \cancel{M} - m1 + (M-m1)\gamma x \rightarrow$$

$$\rightarrow -m2 + (M-m2)\gamma\,\text{água}\,x = -m1 + (M-m1)\gamma x \rightarrow$$

$$\rightarrow (M-m2)\gamma\,\text{água}\,x = m2 - m1 + (M-m1)\gamma x \rightarrow$$

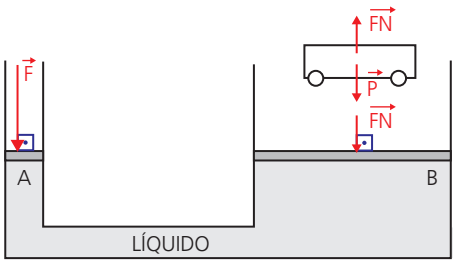
$$\rightarrow \gamma\,\text{água}\,x = \left(\frac{m2-m1}{M-m2}\right) + \left(\frac{M-m1}{M-m2}\right)\gamma x \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\gamma\,\text{água} = \left(\frac{m2-m1}{M-m2}\right)\cdot\frac{1}{x} + \left(\frac{M-m1}{M-m2}\right)\gamma}$$

Resposta: A

04.

i) Desenhando as forças que atuam no sistema, temos:



ii) 1 tonelada equivale a 1000 kg, logo é possível concluir que o peso P do carro é P = (1000 kg) (10 m/s²), ou seja,

$$\boxed{P = 10000\ N}$$

iii) De acordo com o enunciado, o veículo será levantado BEM LENTAMENTE, ou seja, o movimento dele será tão devagar que será possível afirmar que o carro está em equilíbrio estático. Portanto, é possível concluir que

$$\boxed{FN = P = 10000\ N}$$

iv) Por meio do Teorema de Pascal é possível encontrar o valor da força F, logo temos:

$$\frac{F}{\text{Área A}} = \frac{F}{\text{Área B}} \rightarrow \frac{F}{\pi RA^2} = \frac{FN}{\pi RB^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \begin{cases} RA = 60\ cm \\ RA = 240\ cm \end{cases} \rightarrow \frac{F}{\pi\,(60\ cm)^2} = \frac{FN}{\pi\,(240\ cm)^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{F}{(60\ cm)^2} = \frac{FN}{(240\ cm)^2} \rightarrow \frac{F}{3600\ \cancel{cm}^2} = \frac{FN}{57600\ \cancel{cm}^2}$$

$$\rightarrow \frac{F}{3600} = \frac{FN}{57600} \rightarrow FN = 10000\ N$$

$$\rightarrow \frac{F}{3600} = \frac{10000\ N}{57600} \rightarrow F = \left(\frac{3600\cdot 10000}{57600}\right) N \rightarrow \boxed{F = 625\,N}$$

v) O fator de multiplicação do macaco é a taxa de aumento da força que é aplicada sobre ele, ou seja, no lado A é aplicada uma força de 625 N e no lado B sai uma força de 10000 N, ou seja, a força de 625 N foi aumentada para 10000 N. Baseado nisso, podemos encontrar o fator de multiplicação do macaco, logo:

$$\frac{FN}{F} = \frac{10000\ N}{625\ N} \rightarrow \frac{FN}{F} = \frac{10000}{625} \rightarrow$$

$$\frac{FN}{F} = 16 \rightarrow \boxed{FN = 16\cdot F}$$

Perceba que, no macaco, a força F foi aumentada em 16 vezes, logo é possível concluir que o fator de multiplicação de força deste macaco hidráulico é 16.

vi) Observe que não há forças dissipativas atuando no sistema, logo a energia mecânica é conservada. Baseado nisso, é possível concluir que a energia do trabalho realizado pela força F no lado A é transferida para o lado B e utilizada para elevar o veículo a uma altura de 2 m em relação à posição inicial dele. Portanto, é possível concluir que o trabalho realizado pela força F é, em módulo, igual ao trabalho para elevar o carro.

- Trabalho para elevar o carro ($\mathcal{C}$ carro): $\mathcal{C}$ carro = FN · h → $\mathcal{C}$ carro = P · h

→ $\mathcal{C}$ carro = (10000 N) (2 m) → $\mathcal{C}$ carro = 20000 J

→ $\boxed{\mathcal{C}\ \text{carro} = 2{,}0 \cdot 10^4\ J}$

- Trabalho realizado pela força F(τ_F):

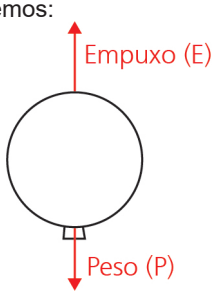
$$\tau_F = \tau_{carro} \rightarrow \boxed{\tau_F = 2{,}0 \cdot 10^4\ J}$$

Portanto, é possível concluir que o fator de multiplicação de força do macaco hidráulico é de 16 e o trabalho realizado pela força F é $2{,}0 \cdot 10^4$ J

Resposta: C

05.

i) O ar é um fluido, logo é possível concluir que irá atuar no balão a força empuxo proveniente do ar e a força peso. Baseado nisso, temos:



ii) Calculando a intensidade de cada força, temos:

- Empuxo (E): $E = \mu_{AR} \cdot V_{Balão} \cdot g$

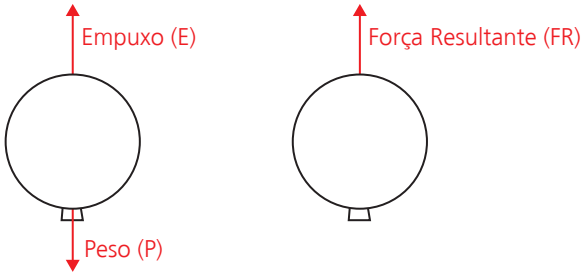
O balão está totalmente submerso no ar

$$\rightarrow E = \left(1{,}3\,\frac{kg}{m^3}\right)\cdot\left(2m^3\right)\cdot\left(10\,\frac{m}{s^2}\right) \rightarrow \boxed{E = 26\,N}$$

- Peso (P): $P = m_{Balão} \cdot g \rightarrow P = (1{,}6\ kg)\ (10\ m/s^2) \rightarrow$

$$\boxed{P = 16\ N}$$

iii) Perceba que E > P, logo temos que:



iv) Por meio da Força Resultante (FR) é possível encontrar a aceleração do balão, logo:

$FR = E - P \rightarrow m_{Balão} \cdot a = E - P \rightarrow 1{,}6 \cdot a = 26 - 16 \rightarrow$

$\rightarrow 1 \cdot 6a = 10 \rightarrow \boxed{a = 6{,}25\ m/s^2}$

Portanto, é possível concluir que o balão subirá com uma aceleração de $6{,}25\ m/s^2$.

Resposta: B

06.

a) **Falso.** Considerando a pressão e a temperatura constantes, a massa específica de uma substância é a relação entre a massa dessa substância e o volume ocupado por ele, ou seja, ela não é diretamente proporcional à massa considerada porque ela também depende do volume considerado.

b) **Falso.** Considerando a pressão e a temperatura constantes, a massa específica de uma substância é a relação entre a massa dessa substância e o volume ocupado por ela, ou seja, ela não é inversamente proporcional ao volume considerado porque ela também depende do volume considerado.

c) **Falso.** Em pressão e temperatura constantes, uma substância pura apresenta as mesmas características em todos os elementos de volume, ou seja, para qualquer quantidade dessa substância, as propriedades dela serão as mesmas. Portanto, é possível concluir que a massa específica de uma substância, em condição de pressão e temperatura constantes, é constante para qualquer porção.

d) **Verdadeiro.** Considernado a pressão e a temperatura constantes, a massa específica de uma substância é a relação entre a massa dessa substância e o volume ocupado por ela, ou seja, $\boxed{\text{massa específica} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}}$

e) **Falso.** No SI, a massa específica pode ser medida em $\frac{kg}{m^3}$, ou seja, $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$. Perceba que kgf é unidade de força e não de massa, logo, por esse motivo, a massa específica não pode ser medida em $\frac{kgf}{m^3}$.

Resposta: D

07.

i) De acordo com o enunciado, o açougueiro utiliza o mesmo esforço nas duas situações, ou seja, o açougueiro aplica a mesma força na faca bem afiada e na faca "cega".

ii) Baseado no passo ii), temos:

a) **Falso.** Para que seja mais fácil retirar os bifes com a faca afiada, é necessário que a pressão que ela exerce na carne seja maior que a pressão exercida pela faca "cega", pois, dessa maneira, a faca afiada conseguira adentrar com uma maior facilidade na carne e, consequentemente, retirar os bifes.

b) **Verdadeiro.** Explicação na solução do item A.

c) **Falso.** O valor do coeficiente de atrito é característico de cada par de materiais, ou seja, a faca bem afiada e a faca "cega" são feitas do mesmo material, logo o coeficiente de atrito entre elas e a carne é o mesmo.

d) **Falso.** Seja $\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$, temos que $\boxed{\text{Força} = \text{Pressão} \cdot \text{Área}}$. A força que o açougueiro aplica nas duas situações é a mesma. logo é possível afirmar que

$\text{Força} = P_{Afiada} \cdot A_{Afiada} = P_{Cega} \cdot A\ EGA$, ou seja,

$$\boxed{P_{Afiada} \cdot A_{Afiada} = P_{Cega} \cdot A_{Cega}}$$

De acordo com a solução do item A, PAfiada > PCega. Logo, para que a igualdade PAfiada · AAfiada = PCega · ACega seja mantida, é necessário que AAfiada < ACega, ou seja, a área de contato entre a faca afiada e a carne é MENOR que a área de contato entre a faca "cega" e a carne.

e) **Falso.** O item B explica satisfatoriamente o fato.

Resposta: B

08.

i) Densidade relativa é a razão entre a massa específica de uma determinada substância e a massa específica de outra substância adotada como referência. Sempre que o enunciado NÃO especificar qual substância foi adotada como referência, é porque ele está deixando implícito que a substância adotada como referência é a água.

ii) Baseado no passo i), é possível concluir que a substância de referência é a água. Logo, temos que:

- Massa específica da água:

$$\mu Água = \frac{1\,g}{cm^3} \rightarrow \begin{cases} 1\,g = 10^{-3}kg \\ 1\,cm = 10^{-2}m \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 1\,g = 10^{-3}kg \\ 1\,cm^3 = 10^{-6}m^3 \end{cases}$$

$$\rightarrow \mu Água = \frac{10^{-3}\,kg}{10^{-6}m^3} \rightarrow \boxed{\mu Água = \frac{10^3\,kg}{m^3}}$$

- Massa específica do álcool:

$$\frac{\mu Álcool}{\mu Água} = 0,8 \rightarrow \frac{\mu Álcool}{10^3\,\frac{kg}{m^3}} = 0,8 \rightarrow \boxed{\mu Álcool = 800\,\frac{kg}{m^3}}$$

:

- Massa específica do mercúrio:

$$\frac{\mu Mercúrio}{\mu Água} = 13,6 \rightarrow \frac{\mu Mercúrio}{10^3\,\frac{kg}{m^3}} = 13,6 \rightarrow \boxed{\mu Mercúrio = 13600\,\frac{kg}{m^3}}$$

iii) mmHg é a unidade utilizada para indicar quantos milímetros de mercúrio são necessários para exercer determinada pressão. Por exemplo, 1mmHg indica que é necessário 1 milímetro de mercúrio para obter aquela pressão. Baseado nisso, é possível encontrar o fator de conversão de mmHg para Pascoal (Pa), logo, para 1 milímetro de mercúrio, temos:

Pressão = μmercúrio · g · hmercúrio →

$$Pressão = 13600 \cdot 9,8 \cdot \overbrace{(10^{-3})}^{1\,mm} \rightarrow \boxed{Pressão = 133,28\,Pa}$$

Perceba que 1 milímetro de mercúrcio exerce uma pressão equivalente a 133,28 Pa, ou seja, é possível concluir que

$$\boxed{1\,mmHg = 133,28\,Pa}$$

iv) Utilizando o Teorema de Stewin nos pontos A e B, é possível encontrar o valor da pressão de A em função da pressão de B, logo:

PB – PA = μÁlcool · g · hAB →

$$PB - PA = 800 \cdot 9,8 \cdot \underbrace{(0,17)}_{17\,cm} \rightarrow \boxed{PB - PA = 1332,8\,Pa}\ (1)$$

v) Convertendo Pa para mmHg, temos:

$$\begin{cases} 1\,mmHg = 133,28\,Pa \\ x \quad\ = 1332,8\,Pa \end{cases} \rightarrow \frac{1\,mmHg}{x} = \frac{133,28\ \cancel{Pa}}{1332,8\ \cancel{Pa}} \rightarrow$$

$$\frac{1\,mmHg}{x} = \frac{133,28}{1332,8}$$

$$\rightarrow \frac{1\,mmHg}{x} = \frac{1}{10} \rightarrow \boxed{x = 10\,mmHg} \rightarrow$$

$$\boxed{1332,8\,Pa = 10\,mmHg}\ (2)$$

vi) Substituindo (2) em (1):
PB – PA = 1332,8 Pa → PB – PA = 10 mmHg →
PB = 780 mmHg

→ 780 mmHg – PA = 10 mmHg →

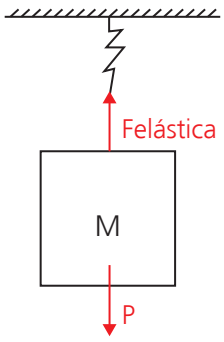
→ PA = 780 mmHg – 10 mmHg →

$$\rightarrow \boxed{PA = 770\,mmHg}$$

Resposta: C

09.

i) Analisando a situação em que o recipiente está SEM água, temos:



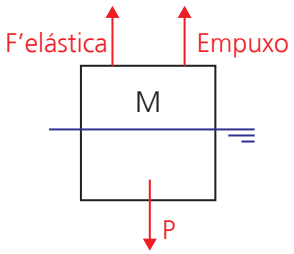
Perceba que, nessa situação, o cubo está em equilíbrio, logo temos que:

$$Felástica = P \rightarrow K \cdot \Delta x = M \cdot g \rightarrow K \cdot (5 \cdot 10^{-2}) = 40 \cdot 10 \rightarrow$$

$$\boxed{K = 8000\,\frac{N}{m}}$$

ii) O volume de um cubo é a aresta dele elevado ao cubo, logo temos:
$VCubo = (0,40\,m)^3 \rightarrow \boxed{VCubo = 0,064\,m^3}$

iii) Analisando a situação em que o recipiente está COM água, temos:



Perceba que nessa situação, o cubo também está em equilíbrio, logo:

Apenas METADE do cubo está submerso na água

$$F'elástica + Empuxo = P \rightarrow K \cdot \Delta x' + \mu Água \cdot \frac{VCubo}{2} \cdot g = M \cdot g$$

$$8000 \cdot \Delta x' + 1000 \cdot \left(\frac{0,064}{2}\right) \cdot 10 = 40 \cdot 10$$

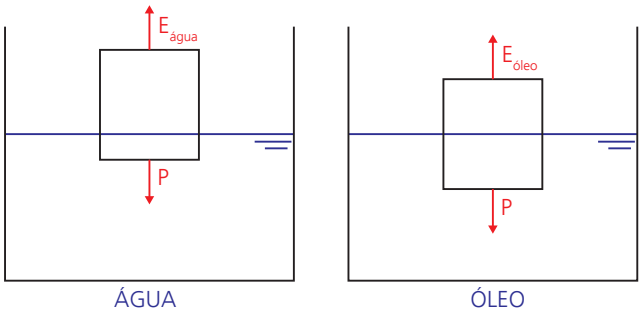
$$\rightarrow 8000 \cdot \Delta x' + 320 = 400 \rightarrow 8000 \cdot \Delta x' = 80 \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\Delta x' = 0,01\ m = 1\ cm}$$

Resposta: E

10.

i) Utilizando as informações pelo enunciado, temos as seguintes situações:



ii) Perceba que, nas duas situações, o bloco está em equilíbrio estático, logo:

- Água: $EÁgua = P \rightarrow \mu Água \cdot \left(\frac{V}{8}\right) \cdot g = P \rightarrow$

$$\rightarrow \boxed{\frac{\mu Água}{8} = \frac{P}{Vg}}\ (1)$$

- Óleo: $EÓleo = P \rightarrow \mu Óleo \cdot \left(\frac{V}{6}\right) \cdot g = P \rightarrow$

$$\rightarrow \boxed{\frac{\mu Óleo}{8} = \frac{P}{Vg}}\ (2)$$

iii) Analisando as expressões (1) e (2), é possível concluir que:

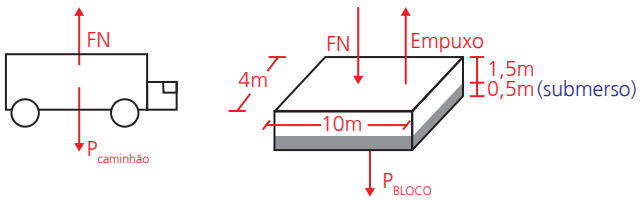
$$\frac{P}{Vg} = \frac{\mu Água}{8} = \frac{\mu Óleo}{6} \rightarrow \frac{\mu Água}{8} = \frac{\mu Óleo}{6} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{\mu Óleo}{\mu Água} = \frac{6}{8} \rightarrow \boxed{\frac{\mu Óleo}{\mu Água} = 0,75}$$

Resposta: D

11.

i) Desenhando as forças que atuam no caminhão e no bloco:



ii) Convertendo 0,2/cm³ para o SI (Sistema Internacional de Unidades).

$$\left.\begin{cases} 1\ g = 10^{-3}\ kg \\ 1\ cm = 10^{-2}\ m \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 1\ g = 10^{-3}\ kg \\ 1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^3 \end{cases}\right\} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{0,2\ g}{cm^3} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}\ kg}{10^{-6} m^3} \rightarrow \boxed{\frac{0,2\ g}{cm^3} = \frac{200\ kg}{m^3}}$$

Densidade do Bloco (μbloco)

iii) Baseado no passo ii), temos que a massa específica da água (1 g/ cm³) é:

$$\frac{1\ g}{cm^3} = \frac{10^{-3}\ kg}{10^{-6} m^3} \rightarrow \boxed{\frac{1\ g}{cm^3} = \frac{10^3\ kg}{m^3}}$$ Massa específica da água (μÁgua)

iv) Perceba que o caminhão e o bloco estão em equilíbrio, logo:

- Caminhão: $PCaminhão = FN \rightarrow \boxed{FN = MCaminhão \cdot g}$
- Bloco: $FN + PBloco = Empuxo \rightarrow$

$$MCaminhão \cdot \cancel{g} + MBloco \cdot \cancel{g} = \mu Água \cdot VSubmerso \cdot \cancel{g} \rightarrow$$

$$\rightarrow \mu Bloco = \frac{MBloco}{VBloco}$$

$$mBloco = \mu Bloco \cdot VBloco \rightarrow Mcaminhão + \mu Bloco \cdot VBloco = \mu Água \cdot (0,25 \cdot VBloco)$$

Volume do bloco que está submerso na água

$$MCaminhão + 200 \cdot (2 \cdot 4 \cdot 10) = 10^3 \cdot 0,25 \cdot (2 \cdot 4 \cdot 10) \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{MCaminhão = 4000\ kg}$$

Resposta: A massa do caminhão é 4000 kg

12.

a) **Falso**. A intensidade do empuxo é obtida por meio da expressão Empuxo = μ · V · g, aonde μ é a massa específica do fluido, V é o volume do fluido deslocado e **g** é a gravidade. Portanto, é possível concluir que a intensidade do empuxo DEPENDE da aceleração da gravidade no fluido.

b) **Falso**. De acordo com o Teorema de Arquimedes, o empuxo tem sempre direção vertical e sentido de BAIXO para CIMA, enquanto que o peso tem sempre direção vertical e sentido de CIMA para BAIXO. Portanto, é possível concluir que o empuxo tem sentido CONTRÁRIO a força peso do corpo imerso.

c) **Falso**. EMERSO significa que NÃO ESTÁ mergulhado e o empuxo atua na parte do corpo que ESTÁ mergulhado, ou seja, a intensidade do empuxo é proporcional ao volume IMERSO do corpo.

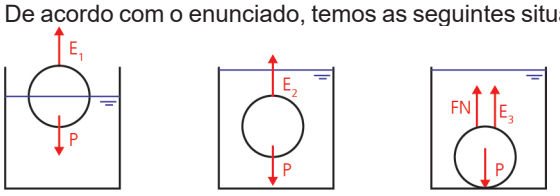
d) **Falso**. O peso tem sempre direção vertical, logo, para o empuxo ter direção perpendicular à da força peso, é necessário que ele tenha direção horizontal e isso é impossível, pois, do \cordo com o Teorema de Arquimedes, o empuxo tem SEMPRE direção vertical.

e) **Verdadeiro**. A intensidade do empuxo é obtida por meio da expressão Empuxo = μ · V · g, aonde μ é a massa específica do fluido, V é o volume do fluido deslocado e **g** é a gravidade. Perceba que $\mu = \frac{m}{V}$, ou seja, μ · V = m, aonde **m** é a massa do fluido deslocado. Portanto, é possível concluir que o Empuxo = μ · V · g = mg, ou seja, a intensidade do empuxo é igual a do peso do fluido deslocado pelo corpo.

Resposta: E

13.

i) De acordo com o enunciado, temos as seguintes situações:



Objeto 1 Objeto 2 Objeto 3

ii) E1, E2 e E3 são as intensidades dos empuxos que os objetos 1, 2 e 3 sentem. P é a intensidade do peso de cada objeto. FN é a intensidade da força normal entre o objeto 3 e o recipiente.

iii) Os três objetos estão em equilíbrio estático, logo temos que:

• Objeto 1: $\boxed{E1 = P}$ • Objeto 2: $\boxed{E2 = P}$

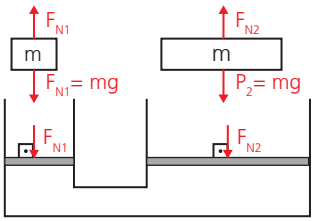
• Objeto 3: $FN + E3 = P \rightarrow \boxed{E3 = P - F}$

iv) Perceba que P – FN < P, logo é possível concluir que $\boxed{E1 = E2 > E3}$

Resposta: D

14.

i) De acordo com o enunciado, temos:



ii) De acordo com o enunciado, o sistema está em equilíbrio estático, logo temos:

$\boxed{\bullet\ FN1 = P1}$ $\boxed{\bullet\ FN2 = P2}$

iii) De acordo com o Teorema de Pascal, temos:

$$\frac{FN1}{\text{Área MENOR}} = \frac{FN2}{\text{Área MAIOR}} \rightarrow \frac{FN1}{\pi\ R1^2} =$$

$$= \frac{FN2}{\pi\ R2^2} \rightarrow \frac{FN1}{R1^2} = \frac{FN2}{R2^2} \rightarrow R2 = 5R1$$

$$\rightarrow \frac{FN1}{R1^2} = \frac{FN2}{(5R1)^2} \rightarrow \frac{FN1}{R1^2} = \frac{FN2}{25\ R1^2}$$

$$\rightarrow FN1 = \frac{FN2}{25} \rightarrow \begin{cases} FN1 = P1 = mg \\ FN2 = P2 = Mg \end{cases}$$

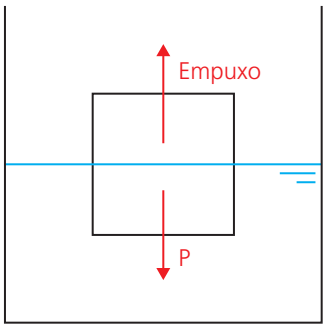
$$\rightarrow mg = \frac{Mg}{25} \rightarrow \boxed{m = \frac{M}{25}}$$

Massa do corpo que será colocado no pistão menor

Resposta: B

15.

i) De acordo com o enunciado, temos a seguinte situação:



ii) De acordo com o enunciado o sistema está em equilíbrio, logo $\boxed{P = \text{Empuxo}}$

iii) Seja V o volume total do bloco e **d** a densidade do bloco, é possível escrever que a $\boxed{mBloco = v \cdot d}$, pois densidade $= \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$.

iv) Baseado nos passos ii) e iii), temos que:

Volume do bloco que está submerso na água

$$P = Empuxo \rightarrow mBloco \cdot g = \mu Água \cdot \left(\frac{2}{5} \cdot V\right) \rightarrow$$

$$\rightarrow mBloco = \mu Água \left(\frac{2}{5} \cdot V\right).$$

$$\not{V} \cdot d = \mu Água \cdot \left(\frac{2}{5} \cdot \not{V}\right) \rightarrow d = \frac{2}{5} \mu Água \rightarrow$$

$$\rightarrow d = \frac{2}{5} \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot \frac{kg}{m^3} \rightarrow$$

$$\rightarrow d = 400 \cdot \frac{kg}{m^3} \rightarrow \boxed{d = 4{,}0 \cdot 10^2 \cdot \frac{kg}{m^3}}$$ Densidade do Bloco

Resposta: E

16.

i) Convertendo 1 g/cm³ para o SI (Sistema Internacional de Unidades):

$$\begin{cases} 1\,g = 10^{-3}\,kg \\ 1\,cm = 10^{-2}\,m \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 1\,g = 10^{-3}\,kg \\ 1\,cm^3 = 10^{-6}\,m^3 \end{cases} \rangle \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1g}{cm^3} = \frac{10^{-3}\,kg}{10^{-6} m^3} \rightarrow \boxed{\frac{1g}{cm^3} = \frac{10^3\,kg}{m^3}}$$

ii) • Volume total do cubo (VCubo):

$$VCubo = \underbrace{(0{,}40\,m)(0{,}40\,m)}_{\text{Base}} \cdot \underbrace{(0{,}40\,m)}_{\text{Altura}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{VCubo = 0{,}064\,m^3}$$

• Volume submerso do cubo (VSub):

$$V_{Sub} = \underbrace{(0{,}40\,m)(0{,}40\,m)}_{\text{Base submersa}} \cdot \underbrace{(0{,}32\,m)}_{\text{Altura submersa}} \rightarrow \boxed{V_{Sub} = 0{,}0512\,m^3}$$

iii) De acordo com o enunciado, o cubo está em equilíbrio estático, ou seja, a intensidade da força peso do cubo é igual à intensidade do empuxo que atua nele por causa da água. Baseado nisso, temos:

$$PCubo = ECubo \rightarrow mCubo \cdot \not{g} = \mu Água \cdot VSub \cdot \not{g} \rightarrow$$

$$\mu Cubo = \rightarrow \frac{mCubo}{VCubo} \rightarrow mCubo = \mu Cubo \cdot VCubo \rightarrow$$

$$\rightarrow \mu Cubo \cdot VCubo = \mu Água \cdot VSub \rightarrow$$

$$\rightarrow \mu Cubo \cdot 0{,}064\ m^3 = \mu Água \cdot 0{,}0512\ m^3$$

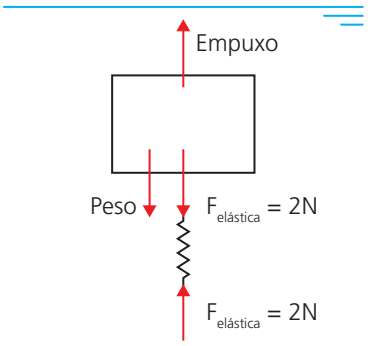
$$\rightarrow \mu Cubo = 0{,}8\,\mu Água \rightarrow \mu Cubo = 0{,}8 \cdot \frac{10^3 kg}{m^3} = \frac{0{,}8\,g}{cm^3} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\mu Cubo = 800\frac{kg}{m^3} = 0{,}8\frac{g}{cm^3}}$$ Densidade do cubo

Resposta: E

17.

i) Analisando a situação em que o recipiente está com água, temos:



Perceba que nesse caso o bloco está em equilíbrio estático, logo temos:

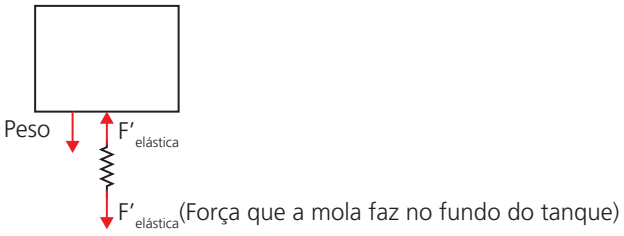
$$Empuxo = Peso + Felástica \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho água \cdot VBloco \cdot g = \underbrace{\rho Madeira\ VBloco}_{mMadeira} \cdot g + 2 \rightarrow$$

$$\rightarrow 10^3 \cdot VBloco \cdot 10 = 0{,}8 \cdot 10^3 \cdot VBloco \cdot 10 + 2 \rightarrow$$

$$\rightarrow 0{,}2 \cdot 10^3 \cdot VBloco \cdot 10 = 2 \rightarrow \boxed{VBloco = 0{,}001\ m^3}$$

ii) Sem o empuxo, o bloco irá contrair a mola por causa da força peso que empurra ele para baixo. Logo, para equilibrar o peso do bloco e tentar retornar para a forma original dela, a mola irá EMPURRAR o bloco e o recipiente. Portanto, baseado nisso e analisando a situação em que o o recipiente está SEM água, temos:



Observe que o bloco está em equilíbrio estático, logo temos:

$$F'elástica = Peso \rightarrow F'elástica = \underbrace{\rho Madeira\ VBloco}_{mMadeira} \cdot g \rightarrow$$

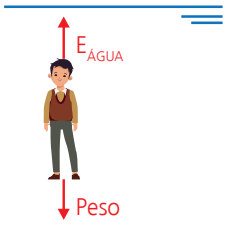
$$\rightarrow F'elástica = (0{,}8 \cdot 10^3)\,(0{,}001) \cdot (10)$$

$$\rightarrow \boxed{F'elástica = 8\ N}$$

Resposta: D

18.

i) Quando a pessoa estiver submersa no lago temos que:



Observe que, quando a pessoa flutua na água, implica que ela está em equilíbrio estático, logo:

$$\text{Peso} = E_{\text{Água}} \rightarrow m_{\text{pessoa}} \cdot \cancel{g} = \mu_{\text{Lago}} \cdot V_{\text{pessoa}} \cdot \cancel{g} \rightarrow$$

$$\rightarrow 75 = 1{,}50 \cdot 10^3 \cdot V_{\text{pessoa}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{V_{\text{pessoa}} = 0{,}050\ m^3}$$

ii) Após sair do lago, a pessoa estará totalmente imersa no ar. Portanto, baseado nisso, temos que o empuxo do ar (EAR) na pessoa é:

$$EAR = \mu_{AR} \cdot V_{\text{pessoa}} \cdot g \rightarrow$$

$$EAR = 1{,}2 \cdot (0{,}050) \cdot 10 \rightarrow \boxed{EAR = 0{,}6\ N}$$

Resposta: E

19.

i) A densidade de um corpo é a razão entre a massa desse corpo e o volume ocupado por ele, ou seja, densidade $= \dfrac{\text{massa}}{\text{volume}}$

ii) O volume ocupado pelo corpo é o volume do cilindro. Portanto, temos que:

$$\text{Volume} = (\text{Área base}) \cdot (\text{Altura}) \rightarrow$$

R = Raio do cilindro

$$\rightarrow \text{Volume} = (\pi \cdot R^2) \cdot h \rightarrow R = \frac{d}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{Volume} = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 h \rightarrow \text{Volume} = \frac{\pi d^2 h}{4} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{Volume} = \frac{(3{,}14)(7\,\text{cm})^2 (18\ \text{cm})}{4} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{Volume} = \frac{2769{,}48}{4}\,\text{cm}^3 \rightarrow \boxed{\text{Volume} = 692{,}37\,\text{cm}^3}$$

iii) A questão forneceu que a massa do objeto é 2222,5 gramas. Portanto, a densidade dele é:

$$\text{densidade} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \rightarrow \text{densidade} = \frac{2222{,}5\,\text{g}}{692{,}37\,\text{cm}^3} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{densidade} \approx 3{,}21 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Resposta: C

20.

i) Será visto nesse curso de física que a pressão de um gás ideal pode ser obtido por meio da seguinte expressão:

$$\boxed{PV = nRT} \begin{cases} P: \text{Pressão do gás} \\ V: \text{Volume do gás} \\ n: \text{número de mols do gás} \\ R: \text{Constante universal dos gases} \\ T: \text{Temperatura do gás} \end{cases}$$

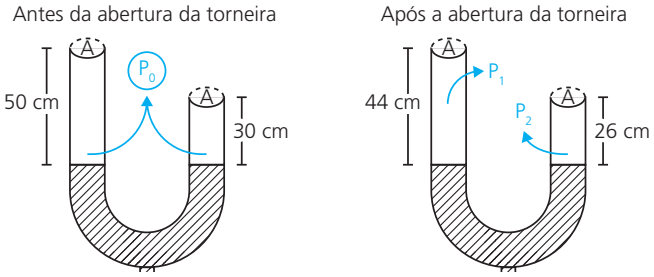
ii) Perceba que nRT é constante, pois não há vazamento de gás, logo o valor de **n** não é alterado, R é uma constante definida e, de acordo com o enunciado, T é constante. Portanto, é possível concluir que PV = C, sendo **c** uma constante.

iii) O volume do ramo que contém o gás pode ser obtido por V = A · h, aonde A é a área da base do ramo e **h** é a coluna do ramo que é ocupada pelo gás. Perceba que, nas duas situações, A é constante. Logo temos que:

$$PV = C \rightarrow P(A \cdot h) = C \rightarrow P = \underbrace{\frac{C}{A}}_{\text{constante}} \cdot \frac{1}{h} \rightarrow \boxed{P = \frac{C'}{h}},$$

onde C' é uma constante

iv) De acordo com o enunciado, temos as seguintes situações:



v) Analisando o lado esquerdo, temos:

$$\left.\begin{cases} P1 = \dfrac{C'}{44\ \text{cm}} \\ P0 = \dfrac{C'}{50\ \text{cm}} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} C' = P1 \cdot (44\ \text{cm}) \\ C' = P0\,(50\ \text{cm}) \end{cases} \right\} C' = P1(44\ \text{cm}) = P0(50\ \text{cm}) \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{P1 = \left(\frac{25}{22}\right) P0}$$

Perceba que P1 > P0, pois $\left(\dfrac{25}{22}\right)$P0 > P0, logo é possível concluir que a pressão no lado esquerdo aumenta.

vi) Analisando o lado direito, temos:

$$\begin{cases} P2 = \dfrac{C'}{26\ cm} \\ P0 = \dfrac{C'}{30\ cm} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} C' = P2(26\ cm) \\ C' = P0(30\ cm) \end{cases} \Big\rangle C' = P2(26\ cm) = P0(30\ cm) \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{P2 = \left(\frac{15}{13}\right) P0}$$

Perceba que P2 > P0, pois $\left(\frac{15}{13}\right)$P0 > P0, logo é possível concluir que a pressão no lado direito aumenta.

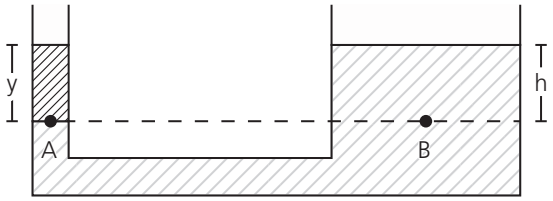
vii) Observe que P2 > P1, pois $\frac{15}{13} > \frac{25}{22}$. Essa desigualdade pode ser verificada, logo, $\frac{15}{13} > \frac{25}{22} \rightarrow 15 \cdot 22 > 13 \cdot 25 \rightarrow$

$\rightarrow$ $\boxed{330 > 325}$ (Verdadeiro), logo P2 > P1

Resposta: D

21.

i) De acordo com o enunciado, temos:



ii) Perceba que, para que o sistema mantenha o equilíbrio, é necessário que a pressão no ponto A (PA) seja a pressão no ponto B (PB), pois caso contrário, a diferença de pressão entre A e B faria o líquido se deslocar e isso desfaria a condição de equilíbrio.

iii) Baseado no passo ii), temos:

$PA = PB \rightarrow d_{óleo} \cdot g \cdot y = d_{água} \cdot g \cdot h \rightarrow$

$\rightarrow d_{óleo} \cdot y = d_{água} \cdot h \rightarrow$

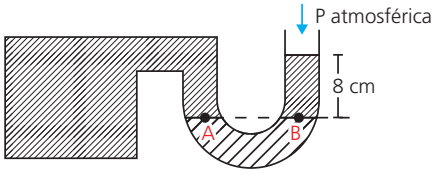
$\rightarrow 800 \cdot y = 1000 \cdot h \Rightarrow \boxed{h = 0{,}8 \cdot y}$

Resposta: D

22.

i) cmHg é a unidade utilizada para indicar quantos centímetros de mercúrio são necessários para exercer determinada pressão. Por exemplo, 1 cmHg indica que é necessário 1 centímetro de mercúrio para obter essa pressão.

ii) De acordo com o enunciado, temos que:



Perceba que, para o sistema manter o equilíbrio, é necessário que a pressão no ponto A (PA) seja igual a pressão no ponto B (PB), pois, caso contrário, a diferença de pressão entre A e B faria o gás e o mercúrio se deslocarem e isso desfaria a condição de equilíbrio.

iii) Perceba que, no lado de B, a coluna de mercúrio e a atmosfera exercem pressão nesse ponto. Logo, é possível concluir que $\boxed{PB = P\ atmosférica + P\ coluna}$

iv) Perceba que a coluna possui 8 cm de mercúrio, logo, de acordo com o passo i), é possível concluir que P coluna = 8 cmHg. Portanto, baseado nisso e no enunciado, temos que:

$PB = P\ atmosférica + P\ coluna \rightarrow$

$\rightarrow PB = 69\ cmHg + 8\ cmHg \rightarrow \boxed{PB = 77\ cmHg}$

v) Como o sistema está em equilíbrio, é possível concluir que a pressão do ar dentro do frasco é igual a pressão no ponto A. Logo, baseado no passo ii), temos que PA = PB, ou seja, PA = 77 cmHg. Portanto, é possível concluir que a pressão do ar dentro do frasco é 77 cmHg.

Resposta: D

23.

a) **Falso.** Observe que a quantidade de líquido que é retirado de um lado deve chegar ao outro, pois não há perda de líquido durante o percurso. Portanto, é possível concluir que o volume que sai do êmbolo M é o mesmo volume que chegará ao êmbolo V. Baseado nisso, será possível calcular o deslocamento do êmbolo N, pois Volume M = Volume N, ou seja:

$\pi R^2 \cdot d = \pi (4R)^2 \cdot dN \rightarrow$

$\rightarrow \cancel{R^2} \cdot d = 16\cancel{R^2} \cdot dN \rightarrow \boxed{dN = \frac{d}{16}}$ Deslocamento do êmbolo N

b) **Falso.** Baseado na solução do item A, é possível concluir que o volume do líquido deslocado pelo êmbolo N é $\pi R^2 d$.

c) **Verdadeiro.** Embora a prensa hidráulica multiplique força, não multiplica trabalho (Princípio da Conservação de Energia). Desprezando dissipações, os trabalhos realizados sobre os dois êmbolos têm valores absolutos iguais.

d) **Falso.** Utilizando o Teorema de Pascal, temos:

$$\frac{F}{\pi R^2} = \frac{FN}{\pi(4R^2)} \rightarrow \frac{F}{\cancel{\pi R^2}} = \frac{FN}{16\cancel{\pi R^2}} \rightarrow$$

$\rightarrow \boxed{FN = 16\ F}$ Intensidade da força que o líquido empurra o êmbolo N

e) **Falso.** De acordo com o Teorema de Pascal, as forças aplicadas nos êmbolos M e N têm intensidades diretamente proporcionais apenas às suas respectivas áreas, pois

$\frac{F1}{Área\,1} = \frac{F2}{Área\,2}$ = constante, ou seja,

F1 = (constante) · (Área 1) e F2 = (constante) · (Área 2). Portanto, é possível concluir que as forças são diretamente proporcionais à área e não ao quadrado da área.

Resposta: C

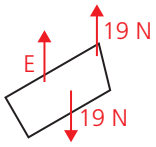
24.

i) Inicialmente, o peso encontrado pelo estudante foi 24 N. Baseado nisso, podemos encontrar o valor da massa da liga, logo:

$$\text{Peso} = 24\ \text{N} \rightarrow m_{Liga} \cdot g = 24 \rightarrow$$

$$\rightarrow m_{Liga} \cdot 10 = 24 \rightarrow \boxed{m_{Liga} = 2{,}4\ \text{kg} = 2400\ \text{g}}$$

ii) Na situação que o estudante coloca a liga no dinamômetro, temos:



Observe que a liga está em equilíbrio, logo:

$$E + 19 = 24 \rightarrow E = 5 \rightarrow \mu_{Água} \cdot V_{Liga} \cdot g = 5 \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1\ \text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{10^3\ \text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rightarrow 10^3 \cdot V_{Liga} \cdot 10 = 5 \rightarrow V_{Liga} = 0{,}0005\ \text{m}^3$$

$$\rightarrow 10^2\ \text{cm} = 1\ \text{m} \rightarrow 10^6\ \text{cm}^3 = 1\ \text{m}^3$$

$$\rightarrow \boxed{V_{Liga} = 500\ \text{cm}^3}$$

iii) A densidade é a relação $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$. Logo, temos:

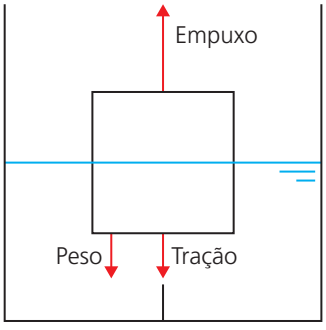
$$\text{densidade liga} = \frac{m_{Liga}}{V_{Liga}} \rightarrow \text{densidade liga} = \frac{2400\ \text{g}}{500\ \text{cm}^3}$$

$$\boxed{\text{densidade liga} = 4{,}80\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

Resposta: B

25.

i) De acordo com o enunciado, temos:



ii) Observe que o cilindro está sempre em equilíbrio estático, logo

$$\boxed{\text{Empuxo} = \text{Peso} + \text{Tração} \rightarrow \text{Peso} = \text{Empuxo} - \text{Tração}} \quad (1)$$

iii) O peso depende da massa do cilindro e da graviade e essas duas grandezas NÃO variam. Logo é possível concluir que o peso é constante.

iv) À medida que o volume submerso do cilindro aumenta, o empuxo aumenta, pois essa força depende desse volume. Portanto, é possível concluir que para a expressão (1) se manter constante (Peso), é necessário que a tração aumente para descontar o aumento do empuxo e, dessa maneira, manter a constância.

v) Baseado nos itens anteriores, é possível concluir que o peso é constante e que o empuxo e a tração aumentam a intensidade deles.

Resposta: C

045.754 - 160522/22
DIG.: ZILMAR – REV.: ALANA MARIA